

*La Broca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques. 2007. J.F. Barrera, A. García, V. Domínguez & C. Luna (eds.). Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. México, p. 89-99. ISBN Libro: 978-970-9712-43-8; ISBN CD-ROM: 978-970-9712-44-5.*

## EVALUACIÓN DEL TRAMPEO EN EL MARCO DEL MANEJO INTEGRADO DE LA BROCA DEL CAFÉ

*Evaluation of the trapping technique inside the integrated coffee berry borer management*

**BERNARD P. DUFOUR<sup>1,2</sup>, FELIPE FRANCO FRANCO<sup>2</sup> & ADÁN HERNÁNDEZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>CIRAD/PROMECAFÉ/Fundación Salvadoreña para investigaciones del café (PROCAFÉ). <sup>2</sup>Universidad de El Salvador/PROCAFÉ. Avenida Manuel Gallardo y 13 calle Poniente, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador. [bernard.dufour@navegante.com.sv](mailto:bernard.dufour@navegante.com.sv)

**Palabras Clave:** broca, trampeo, cosecha sanitaria, MIB, finca.

---

### CONTENIDO

1. Introducción.....	90
2. Material y método.....	90
2.1. Marco institucional, geográfico y agronómico.....	90
2.2. Diseños experimentales y descripción de los tratamientos.....	91
2.2.1. Primera etapa (2004).....	91
2.2.2. Segunda etapa (2005).....	91
2.2.3. Tercera etapa (2006).....	91
2.3. Trampeo y evaluación de las cantidades de brocas capturadas.....	92
2.4. Muestreos.....	92
3. Resultados.....	94
3.1. Consideraciones sobre los frutos residuales de post-cosecha.....	94
3.2. Efecto de la cosecha sanitaria sobre las infestaciones de broca.....	94
3.3. Captura de brocas.....	97
3.4. Evolución de las poblaciones de brocas en los frutos residuales.....	97
3.5. Evaluación de cada tipo de control.....	97
4. Discusión.....	97
5. Conclusión.....	98
6. Literatura Citada.....	98

---

### Resumen

Durante tres años, se realizaron ensayos de trampeo de broca (*Hypothenemus hampei*) en una finca de café donde la cosecha sanitaria, realizada sin verdadera supervisión, era prácticamente la única forma de control de la broca. El primer año, se estudió el trampeo en diferentes situaciones y especialmente con y sin cosecha sanitaria. El año siguiente, se redujo el número de tratamientos y se comparó el trampeo asociado a componentes del manejo integrado (MIB) con el trampeo aplicado en el marco del manejo habitual de la finca y con sus testigos respectivos sin trampeo. El último año, el número de tratamientos se redujo y el diseño fue adaptado mejor al comportamiento de migración de la broca. En esta etapa, el trampeo asociado a la repela estricta y completa se comparó con un testigo de tipo "manejo finca" sin trampeo. Se

evaluaron los efectos de la cosecha sanitaria sobre la reducción de las cantidades de frutos residuales iniciales en las condiciones "MIB" y "finca" y se relacionaron las capturas de brocas con estos niveles de infestación. También, se estudió la evolución de las poblaciones de brocas en los frutos residuales y el efecto de los diferentes tipos de controles. El mejor resultado de control se obtuvo con la asociación del trampeo y de la repela, con una eficacia arriba del 90%. Trampeo y repela constituyen una estrategia de control que permite aniquilar la propia estrategia de sobrevivencia de la broca.

### Abstract

Over a three years study period, coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) trapping trials were carried out on a coffee farm where sanitary harvest, used without

real supervision, was practically the only method of control of *H. hampei*. During the first year, trapping in different situations and especially with and without sanitary harvest, was studied. The following year, the number of treatments was reduced and trapping associated with components of Integrated Borer Management (IBM) was compared with trapping used in habitual management conditions of the farm and with its respective control plots without trapping. The number of treatments was reduced in the final year and the experimental design was better adapted to the migrating behavior of the pest. In this stage, plots with trapping, associated to complete stripping, were compared to control plots without trapping. The effects of the sanitary harvest on the reduction of the initial residual amounts of berries were evaluated in IBM and "farm" conditions and the amounts of *H. hampei* captured were related to these infestation levels. Also, the evolution of the borer populations in the residual berries and the effect of the different types of controls were studied. The best control results were obtained with the combination of trapping and stripping, with a higher than 90% effectiveness. Trapping and stripping constitute a control strategy that allows to annihilate the own survival strategy of *H. hampei*.

## 1. Introducción

El Manejo Integrado de la Broca (MIB) es una alternativa de control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), que se desarrolló en los años noventa (Moore & Prior 1988; Decazy 1990) para contrarrestar el uso abusivo del endosulfan y otros insecticidas que se utilizaban en la cafecultura centroamericana, después de la introducción accidental de la broca en varios países de la región. En esa época, las prácticas más relevantes del MIB eran: la cosecha sanitaria, la poda de cafetos y árboles de sombra, el corte de los frutos prematuros y el control biológico con parasitoides u organismos entomopatógenos. Entre todos, el control con parasitoides fue el componente más novedoso ya que se trataba de importar, adaptar y multiplicar especies nuevas originarias del continente africano (Dufour et al. 1999).

El programa regional de control biológico manejado por PROMECAPÉ se inició con la introducción a México de dos parasitoides Bethyridae, *Cephanolomia stephanoderis* Betrem y *Prorops nasuta* Waterston, después de un periodo de cuarentena en Inglaterra (Barrera et al. 1990). Desde entonces, un espacio muy amplio se abrió para la investigación, la cual conoció grandes avances hasta los años 2000, especialmente en el área de la biología de estos insectos, los métodos de cría y de liberación. Se logró también, criar un nuevo parasitoide, *Phymastichus coffea* LaSalle (Eulophidae) y elaborar una dieta artificial como medio de reproducción y multiplicación de la broca. En realidad, para ser efectivo, el control biológico con parasitoides tiene que

ser aplicado "por aumento" (Dufour et al. 1999) lo que implica: producir altas cantidades de insectos y liberarlos de manera repetida, por lo menos cada año. Actualmente, la tecnología de cría y los costos de producción no lo permiten. Por lo tanto, los parasitoides se liberan en pequeñas áreas y con una estrategia "inoculativa" dependiente de las cantidades disponibles.

Para aumentar las posibilidades de control, se ha explorado el tema del trampeo ya estudiado por algunos autores (Mendoza Mora 1991, Gutiérrez et al. 1995, Mathieu et al. 1997). En 2002, durante el II Seminario Internacional de la Broca del Café organizado en Costa Rica por el Instituto del Café (ICAFÉ) y el Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico de la Cafecultura en Centroamérica, Panamá, República Dominicana y Jamaica (PROMECAPÉ), los países participantes calificaron el trampeo como nuevo componente del MIB. En El Salvador, después de varios años de investigación, se elaboró una trampa de tipo comercial, se perfeccionó la técnica, buscando sus límites de aplicación (Dufour et al. 2002, Dufour 2004). El mejoramiento de la eficacia del trampeo ha sido uno de nuestros principales objetivos (Dufour et al. 2000, 2004), pero los resultados a veces muy promisorios, no alcanzaron niveles esperados, es decir, estables y arriba del 90%.

Con el incremento de las infestaciones de broca en El Salvador y en los países vecinos, en el año 2003 se tomó la decisión de aumentar el campo de investigación del trampeo, integrándolo con otras actividades de control. En primer lugar era necesario identificar los defectos del control de la broca en general, tal como se realiza en la finca y luego, asociar adecuadamente el trampeo con otros componentes del MIB, aplicados de manera estricta, para lograr un efecto de control aceptable. Este trabajo duró tres años. Para el documento presente, se seleccionaron los principales resultados que permiten definir una nueva forma de uso del trampeo.

## 2. Material y método

### 2.1. Marco institucional, geográfico y agronómico

El trabajo es parte del programa de Control de la Broca del PROMECAPÉ, con la contribución directa del Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) y de la Fundación Salvadoreña para investigaciones del café (PROCAFÉ). Se realizó en El Salvador, de 2004 a 2006, en la finca de café Esmeralda de 311 mz de superficie (1.0 mz= 0.7 ha), ubicada sobre la Cordillera del Bálsamo en la periferia sur de San Salvador. El cafetal estaba plantado en su mayoría con la *Coffea arabica* L. variedad Bourbon, a una densidad de 2,500 plantas/mz y bajo sombra. El manejo era de tipo medio-tecnificado con un seguimiento agronómico planificado. Sin embargo, es importante subrayar algunas deficiencias del manejo, tales como la renovación incompleta de los

tejidos, el bajo nivel de fertilización y la falta de ordenamiento del cafetal después de la poda. Para el control de plagas y enfermedades se usaban pocos productos químicos. En el caso de la broca, la cosecha sanitaria "pepena" (recolección de los frutos caídos en el suelo antes o después de la cosecha) y "repela" (recolección de los frutos abandonados sobre los cafetos después de la cosecha) era prácticamente la única forma de control, pero se realizaba libremente por personas ajenas a la finca y sin verdadera vigilancia. Por lo tanto no se podía apreciar con precisión la calidad de esta actividad.

## 2.2. Diseños experimentales y descripción de los tratamientos

La investigación comprende tres etapas que se sucedieron durante tres años. En cada etapa, se estudió el efecto de diferentes tratamientos aplicados al inicio y durante el periodo de post cosecha, sobre la reducción de las poblaciones de broca residual y el grado de infestación de la nueva fructificación. Es a partir de los resultados y las deficiencias de la primera y de la segunda etapa que se elaboraron respectivamente el segundo y el tercer diseño.

### 2.2.1. Primera etapa (2004)

Se escogió un diseño en bloques de tipo "parcelas divididas" con un primer factor asimilado a un tratamiento (T1), aplicado a parcelas grandes (71 x 284 m) y un segundo factor con cuatro modalidades o tratamientos (T2, T2, T3 y T5) aplicados a parcelas pequeñas (71 x 71 m) que corresponden a subdivisiones de las parcelas grandes. A excepción del trampeo, todas las actividades de la finca se realizaron tal como es costumbre, según reglas definidas desde hace muchos años. A esta tecnología se le llamó "manejo finca" (M-finca). Los tratamientos fueron:

- Tratamiento 1 (T1), consistió en una pepena y repela sin verdadero control, iniciada en los primeros días de febrero.
- Tratamiento 2 (T2), sin ninguna actividad agronómica de post-cosecha (testigo).
- Tratamiento 3 (T3), poda apreciativa de los cafetos o de mantenimiento y poda de la sombra, iniciada a finales de febrero.
- Tratamiento 4 (T4) asoció podas y trampeo durante cuatro meses (inicio de marzo a finales de junio).
- Tratamiento 5 (T5) llevó trampeo sin actividad agronómica.

Finalmente, este diseño tenía ocho combinaciones diferentes de los elementos "M-finca" que se repitieron tres veces.

### 2.2.2. Segunda etapa (2005)

Se escogió un diseño en bloques completos con tratamientos al azar. El número de tratamientos se redujo a cuatro por bloque, cada uno atribuido a una parcela de 71 x 71 m. Las repeticiones aumentaron a seis. En esta etapa se privilegió la calidad del control, es decir: la poda de los cafetos fue una verdadera poda de renovación de los tejidos; se agregó una actividad de ordenamiento de las parcelas después de la poda; la pepena y la repela fueron dirigidas y supervisadas por una persona. Así, a esta tecnología, se le llamó "Manejo Integrado de Broca" (MIB) tal como se entiende en los manuales de cafecultura. Los tratamientos fueron:

- Tratamiento 1 (T1) fue un manejo de tipo M-finca sin trampeo, iniciado en los primeros días de marzo.
- Tratamiento 2 (T2) también fue un manejo M-finca pero con trampeo realizado desde marzo hasta mediados de julio.
- Tratamiento 3 (T3) reunió los elementos del MIB menos el trampeo.
- Tratamiento 4 (T4), el más completo con MIB y trampeo.

### 2.2.3. Tercera etapa (2006)

Se simplificó el diseño anterior a dos tratamientos y seis repeticiones y se incrementó el área ocupada por las trampas. En este marco, las parcelas de trampeo (71 x 71 m) fueron rodeadas por una doble línea de trampas distribuidas con la misma densidad, buscando el objetivo de eliminar los efectos de "borde" observados en la segunda etapa. Igualmente, se mejoró la calidad del control pero con un enfoque un poco diferente en cuanto a la cosecha sanitaria. Se abandonó por completo la pepena a favor de una repela exhaustiva. A esta tecnología, se le llamó "Nuevo Manejo Integrado de la Broca" (N-MIB). Los tratamientos fueron:

- Tratamiento 1 (T1) consistió en un manejo N-MIB iniciado a principio de febrero con trampeo de cuatro meses de duración (mediados de marzo - mediados de julio).
- Tratamiento 2 (T2) correspondió a un manejo de tipo M-finca sin trampeo.

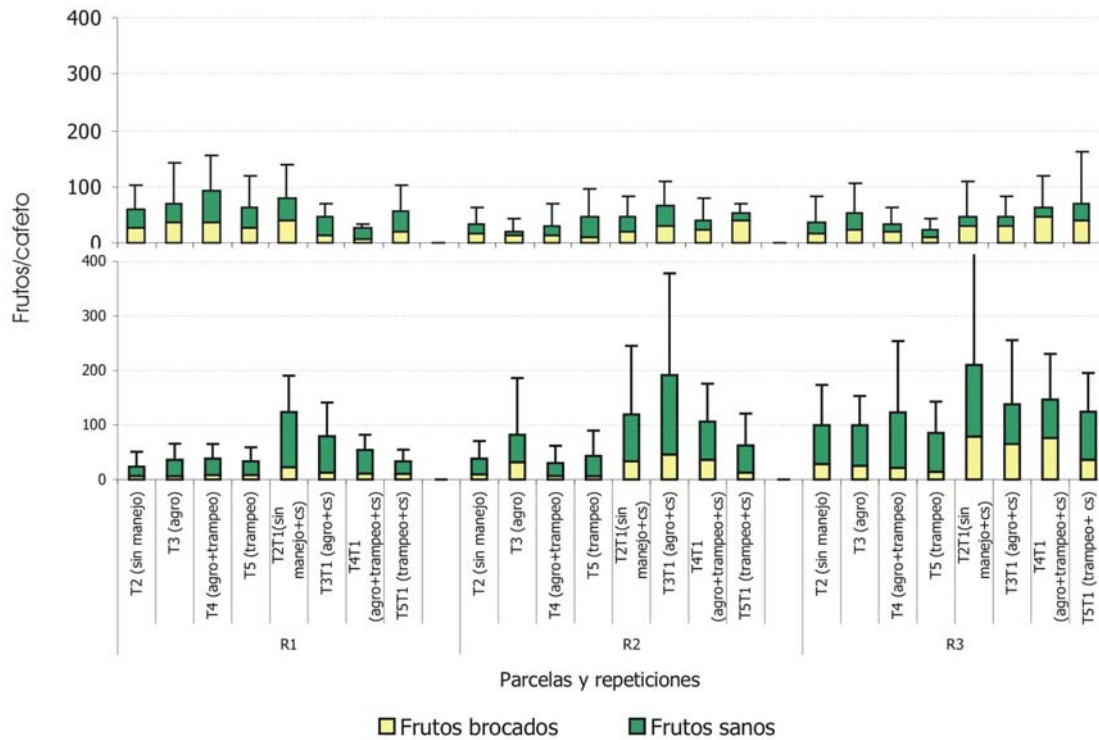


Fig. 1. Promedio del número de frutos sanos y brocados residuales por café en las diferentes parcelas, antes de aplicar todo tipo de control (tratamientos). Arriba: planta; abajo: suelo.

### 2.3. Trampeo y evaluación de las cantidades de brocas capturadas

Se utilizaron trampas BROCAP® con una mezcla atractiva para la broca, compuesta de etanol y metanol 30:70 (Dufour 2005). Se colgaron sobre ramas de cafetos en espacios libres de follaje para facilitar el proceso de captura.

La distancia entre difusor y suelo fue aproximadamente de 1.20 m. La densidad de trampas por mz fue de 12, o sea, nueve trampas por parcela de 5,000 m<sup>2</sup>.

La duración del trampeo fue de cuatro meses, con una variación de dos a cuatro semanas, dependiendo de la presencia de los vuelos de migración. La frecuencia de las revisiones de las trampas varió de 10 a 30 días en función de la intensidad de las capturas. Las cantidades de broca se evaluaron con un método volumétrico en el cual, el volumen se mide con probetas de 25 ml (Pyrex, Corning® ref. 3075). La relación entre cantidad y volumen se obtuvo con la ecuación:  $y = 877.09x - 355.35$ .

### 2.4. Muestreos

El efecto de los tres tipos de control de broca estudiados en el transcurso de este trabajo, se

determinó a partir de los datos que se tomaron a través de los muestreos siguientes:

- Muestreo exhaustivo de frutos residuales brocados y sanos en ocho cafetos/parcela (niveles planta y suelo) los cuales fueron seleccionados de manera sistemática, antes de iniciar la cosecha sanitaria (solamente para la etapa 1).
- Muestreo igual al anterior, en 16, 20 y 24 cafetos/parcela (niveles planta y suelo) después de la cosecha sanitaria, para las etapas 1, 2 y 3 respectivamente.
- Muestreos al azar de frutos residuales brocados, en las parcelas (planta y suelo) después de la cosecha sanitaria, seguidos por la disección de los frutos y el recuento de todos los elementos de población de broca (un muestreo para las etapas 1 y 2, cinco muestreos para la etapa 3, a diferentes fechas).
- Muestreo exhaustivo de frutos recién brocados de la nueva fructificación, en 24 cafetos/parcela (nivel planta) ya seleccionados anteriormente.

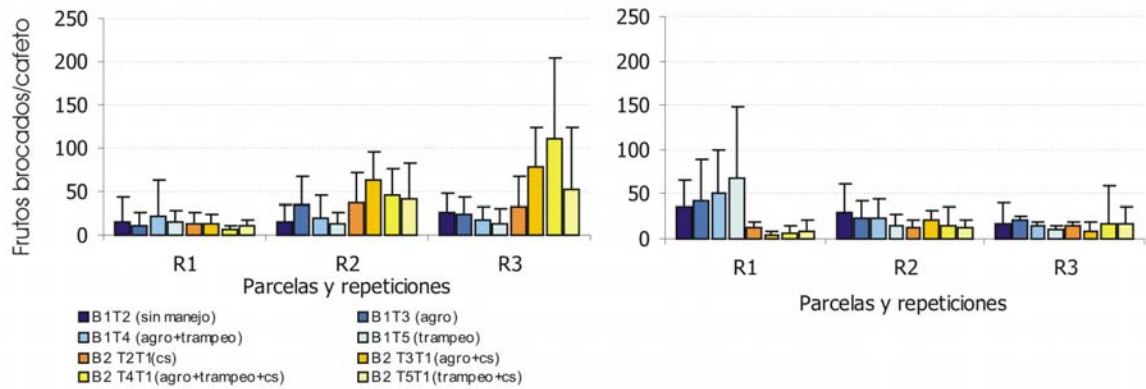


Fig. 2. Promedio del número de frutos brocados residuales por café en parcelas "M-finca" después de la cosecha sanitaria (año 2004). Izquierda: nivel suelo; derecha: nivel planta.

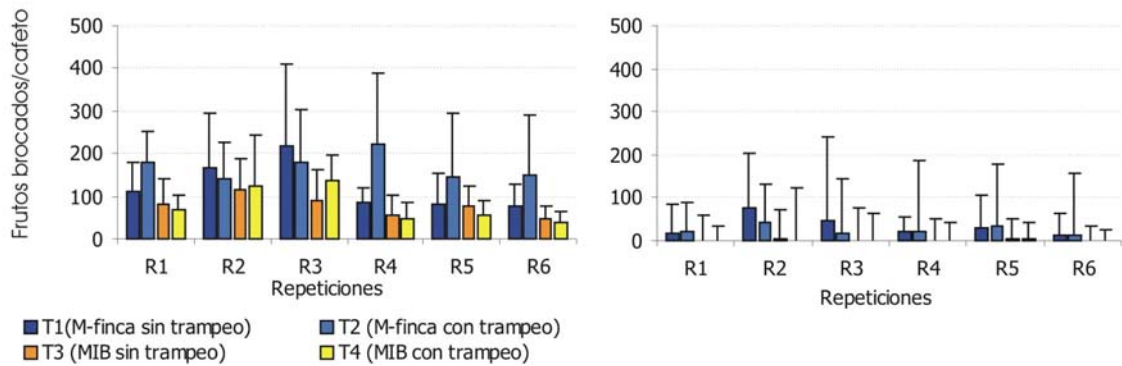


Fig. 3. Promedio del número de frutos brocados residuales por café (nivel suelo) en parcelas "M- finca" y "MIB" después de la pepena (año 2005). Izquierda: nivel suelo; derecha: nivel planta.

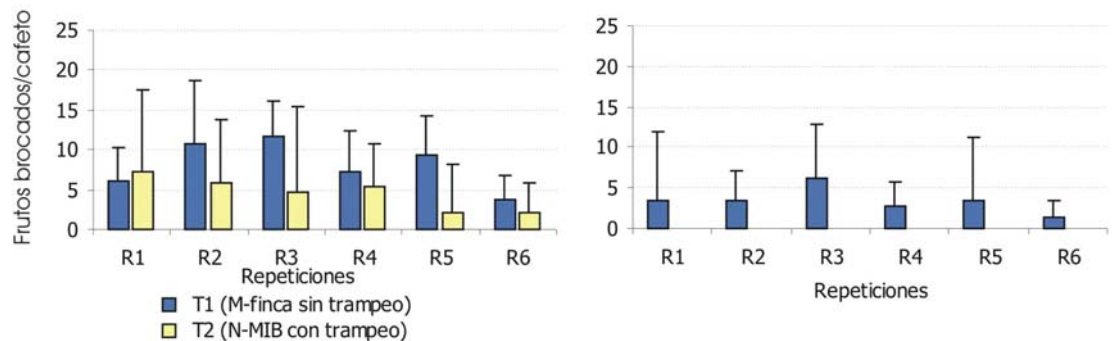


Fig. 4. Promedio del número de frutos brocados residuales por café (nivel suelo) en parcelas "M-finca" y "N-MIB" (año 2006). Izquierda: nivel suelo; derecha: nivel planta.

### 3. Resultados

#### 3.1. Consideraciones sobre los frutos residuales de post-cosecha

Después de la cosecha, se encontraron varios tipos de frutos residuales: los que cayeron al suelo en el transcurso de la maduración por el efecto de factores fisiológicos (defectos de nutrición), biológicos (enfermedades), mecánicos (fracturas de ramas, agresiones climatológicas), los que cayeron durante la cosecha y los que se quedaron abandonados sobre los cafetos. Las observaciones realizadas en la primera etapa (2004), antes de todo tipo de control, indican que la cantidad de frutos del suelo fue muy variable de un grupo de parcelas a otro (Fig. 1, abajo). En la mayoría de los casos, este fenómeno está relacionado con la duración de los cortes. Así, los últimos lotes que se cosecharon tenían un café más maduro –a veces sobre maduro– que los primeros y por lo tanto, se cayó fácilmente y en abundancia al tocar las ramas. La distribución de los frutos de la planta fue más homogénea (Fig. 1, arriba), debido a la labor de corte realizada en la finca.

Se calculó que, en promedio, 29% de frutos del suelo y 49% de los que permanecieron en la planta estaban brocados, aproximadamente un mes después del último corte.

#### 3.2. Efecto de la cosecha sanitaria (cs) sobre las infestaciones de broca

La primera observación se refiere a los ensayos en su conjunto. Se observó que las cantidades de frutos

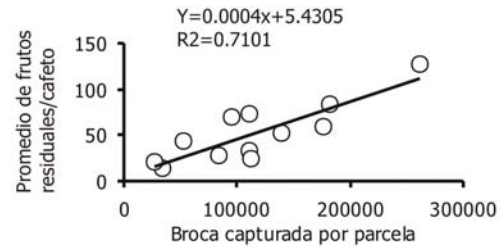


Fig. 5. Correlación entre cantidad de broca capturada y broca residual por área de trampeo

brocados residuales por café, especialmente los del suelo, eran muy variables de un año a otro. En la mayoría de las parcelas, estas cantidades estaban por debajo de 25 en 2004, arriba de 100 en 2005 y debajo de 10 en 2006 (Fig. 2, 3 y 4, izquierda). Aquí, la caída de muchos frutos al final de 2004 se explica por el efecto negativo de las precipitaciones abundantes y tardías sobre el proceso de maduración de la cosecha 2004/2005.

La segunda observación se refiere a la calidad de la cosecha sanitaria (cs). Esta actividad, realizada según los criterios de la finca (M-finca), no logró reducir las cantidades de frutos residuales de manera efectiva (Fig. 2). En cambio, el efecto de la cosecha sanitaria de tipo MIB fue muy marcado (Fig. 3), más todavía el efecto de la repela de tipo N-MIB que se acerca de una repela exhaustiva (Fig. 4).

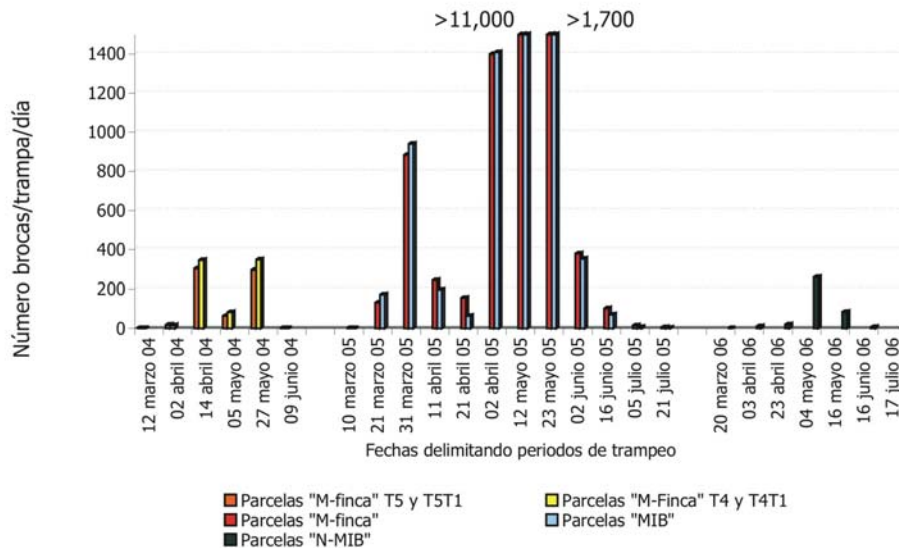


Fig. 6. Captura de brocas/trampa/día por periodos de trampeo. 2004-2006.

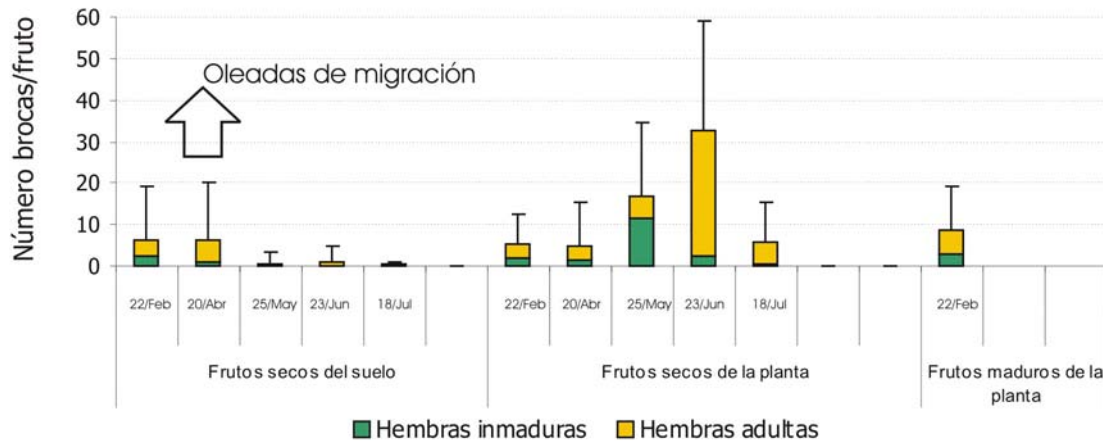


Fig. 7. Evolución de las poblaciones de hembras en los frutos residuales, a nivel suelo y planta, en el transcurso del periodo de post-cosecha (año 2006).

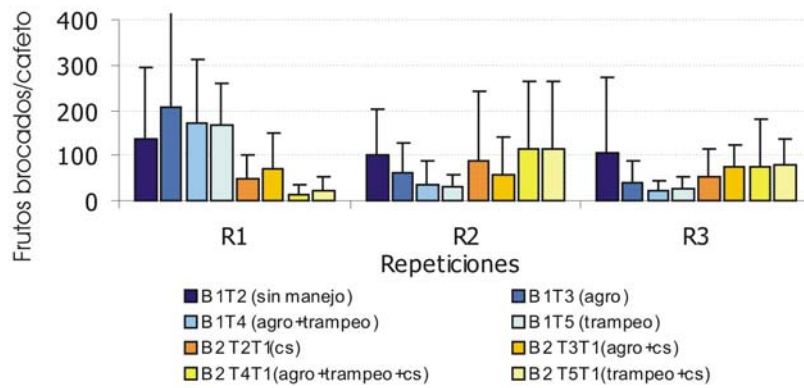


Fig. 8. Promedio del número de frutos brocados por café en parcelas "M-finca" después de la colonización de la nueva fructificación (año 2004).

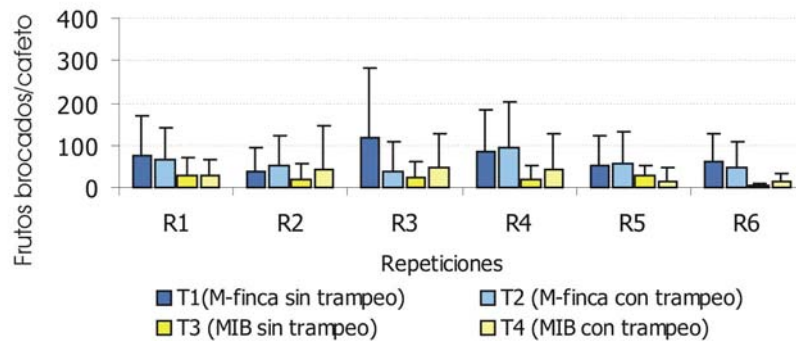


Fig. 9. Promedio del número de frutos brocados por café en parcelas "M-finca" y "MIB" después de la colonización de la nueva fructificación (año 2005).



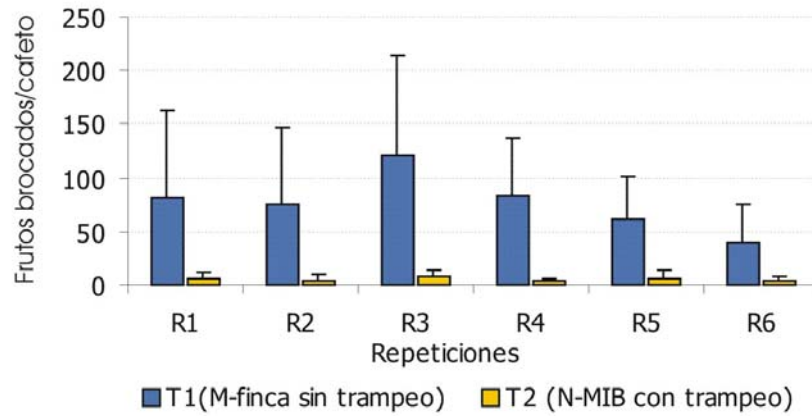


Fig. 10. Promedio del número de frutos brocados por café en parcelas “M-finca” sin trampeo y “MIB” con trampeo después de la colonización de la nueva fructificación (año 2006).



Fig. 11. Esquema hipotético que muestra el proceso esperado de la infestación de la broca del café usando solo trampeo (arriba) y trampeo + repela estricta (abajo).



### 3.3. Captura de brocas

Por su propia naturaleza, el trampeo está relacionado con la cantidad de brocas disponibles o frutos brocados residuales en las áreas de captura. Este principio se aplicó al trampeo realizado en 2004. Así, con las cantidades de brocas capturadas por parcela de trampeo y las cantidades de frutos brocados residuales de las mismas parcelas, expresadas en promedios por cafeto, se estableció una correlación con un coeficiente de 0.71 (Fig. 5).

Se observó que la captura de broca podía variar mucho de un año a otro, dependiendo siempre de la cantidad de hembras o de frutos brocados. Así, en 2005, los picos de capturas aumentaron hasta 35 y 46 veces con respecto a los de 2004 y 2006 (Fig. 6) ya que las cantidades de frutos brocados, especialmente los del suelo, generaban altas cantidades de brocas (Fig. 3, izquierda).

Por último, se pudo observar que los rendimientos de capturas evaluados en función de las estimaciones de poblaciones de brocas disponibles en las áreas de trampeo, dependían mucho de las condiciones agronómicas o del tipo de manejo. En 2004, los rendimientos promedios de capturas fueron de 7.7 y 6.4% en condiciones M-finca, con y sin actividades agronómicas respectivamente. En 2005, estos valores se elevaron hasta 31.8% con el manejo M-finca y 72.6% con el MIB. En 2006, el rendimiento alcanzó un promedio de 60.9% con el N-MIB. Estos datos indican que una gran parte de las brocas esquivan las trampas en los cafetales con poco manejo.

### 3.4. Evolución de las poblaciones de brocas en los frutos residuales

La Fig. 7 muestra que, a partir de las primeras "oleadas de migración", los frutos secos del suelo se vaciaron de manera irreversible. Al mismo tiempo, los frutos secos que quedaban sobre las ramas se llenaron de hembras adultas reproduciéndose de inmediato ya que se encontraron numerosos estados inmaduros. Este fenómeno alcanzó su máximo a finales de junio cuando los frutos del suelo estaban totalmente vacíos. La estrategia de la broca que no encuentra nuevos hospederos después de haber migrado de los frutos del suelo, consiste en colonizar temporalmente los frutos secos de la planta esperando el momento oportuno para colonizar la nueva fructificación.

### 3.5. Evaluación de cada tipo de control

Los resultados de control presentados en la Fig. 8, indican que los tratamientos aplicados en el marco del manejo de tipo M-finca (año 2004), no tuvieron ningún efecto claro. El análisis estadístico (análisis de varianza, ANOVA) utilizado para el modelo, no presentó diferencia significativa y por lo tanto, confirma la interpretación gráfica.

El manejo MIB tal como se aplicó en periodo de post-cosecha en el año 2005, generó una reducción del nivel de infestación de la broca con respecto a las parcelas manejadas con la tecnología M-finca (Fig. 9). Sin embargo, a pesar de que el trampeo haya generado importantes capturas de brocas, no resultó ningún control. Este fenómeno se debe a un efecto de borde que orientó migraciones de brocas hacia las parcelas con trampeo y facilitó su infestación. Por los defectos del diseño, no se analizaron los datos, pero se tomó en cuenta el rol de la cosecha sanitaria.

La tercera etapa de este trabajo se realizó con mejores protecciones de las parcelas contra los efectos de borde. Los resultados presentados en la Fig. 10 indican que el control de tipo N-MIB, que asoció repela exhaustiva y trampeo, fue mucho más efectivo que el control M-finca. La prueba no paramétrica de Mann-Whitney aplicada a las cantidades promedio de frutos brocados por cafeto, demostró que la diferencia entre los resultados de los dos tipos de controles era altamente significativa ( $P < 0.01$ ). La eficacia del control de tipo N-MIB expresada en porcentaje de disminución de cantidad de frutos brocados con respecto al control M-finca por las seis repeticiones fue de: 92.4, 93.9, 94.2%, 96.2, 90.2 y 90.5% respectivamente. Por primera vez, la eficacia sobrepasa el umbral del 90% y su valor en cada repetición se mantiene bastante estable, lo que marca la diferencia con los resultados de otros estudios donde únicamente se utilizó el trampeo (Dufour et al. 2000, 2004). El trampeo substituye parcialmente a la pepena ya que elimina a las poblaciones migrantes que provienen de los frutos residuales del suelo. Por otra parte, al elegir la repela como complemento natural del trampeo, se eliminan todas las posibilidades de refugio de la broca y por lo tanto, de sobrevivencia del insecto fuera de los frutos.

## 4. Discusión

El control de la broca en la finca donde se realizó este trabajo se compone de la cosecha sanitaria, y en algunos casos, del corte de los frutos prematuros que constituyen el primer blanco de la broca en fase de migración. Con el abandono casi definitivo del uso de insecticidas, el control actual no logra reducir las infestaciones de broca a niveles económicamente aceptables y se mantienen año tras año arriba de 8%.

El propósito de la primera etapa de este trabajo (año 2004) fue de introducir el trampeo en el manejo del cafetal que hemos llamado M-finca y aplicar los componentes individualmente o asociados en periodo de post-cosecha: podas de árboles de sombra y de cafetos, cosecha sanitaria y trampeo. El manejo inadecuado de las dos primeras actividades, el número elevado de tratamientos y también la ausencia de protección contra los efectos de borde, fueron sin duda, la causa de la falta de diferencia entre los resultados.

En la segunda etapa (año 2005), con la aplicación de componentes del MIB (poda de formación de los

cafetos, regulación de la sombra y cosecha sanitaria bajo supervisión), el control de la broca fue más efectivo, a pesar de las perturbaciones generadas por los efectos de borde. Según Decazy (1990), la poda produce aireación de las parcelas que actúa sobre el desecamiento de los frutos residuales del suelo y por lo tanto, la disminución del desarrollo de la broca adentro. En el caso presente, la diferencia de población de broca observada en los frutos recolectados en parcelas con dos sistemas de poda diferentes, fue poca. En cambio, la cosecha sanitaria contribuyó a eliminar la mayor cantidad posible de frutos residuales en todas las áreas hasta las más difíciles de acceder. En este contexto, el trapeo tuvo un buen rendimiento. Así, se capturaron aproximadamente igual cantidad de broca en parcelas de manejo M-finca y MIB, aunque la cantidad de frutos residuales se haya reducido a la mitad, por efecto de pepena, en las parcelas con MIB.

La evolución de las poblaciones de broca en los frutos residuales es el aspecto bioecológico que mejor explica la estrategia de esta plaga para sobrevivir. Se comprobó que las hembras que han migrado sin encontrar frutos jóvenes, colonizan temporalmente los frutos secos que quedan abandonados después de la cosecha. En estos refugios, las hembras pueden esperar el momento oportuno para colonizar la nueva fructificación.

En la tercera etapa (año 2006) se tomó en cuenta este aspecto de la bioecología de la broca. Como medida para eliminar la fase de colonización de los frutos secos, se aplicó la repela estricta y completa en el marco del manejo N-MIB. Con la asociación repela y trapeo se logró controlar las infestaciones de broca con un alto nivel de eficacia en comparación con un testigo de tipo M-finca.

Sin repela y sin trapeo, el esquema de infestación fue el siguiente:

- i) Una parte de las hembras que salen de los frutos del suelo son capturadas por las trampas.
- ii) Una segunda parte coloniza los frutos secos que quedan sobre las ramas.
- iii) Se supone que una tercera parte no sobrevive sin la protección de los frutos.
- iv) En los frutos secos, la población no crece solamente por colonización sino también por reproducción.
- v) Las hembras migran hacia la nueva fructificación cuando los frutos alcanzan el estado de crecimiento adecuado (apetecible para la broca). En este momento, la migración se podría hacer caminando.

Con repela y trapeo, el esquema de infestación se presenta de la siguiente forma:

- i) Una gran parte de las hembras que salen de los frutos del suelo son capturadas por las trampas.

- ii) Las demás no sobreviven fuera de los frutos de origen, a excepción, quizás de algunas que migran por último (Fig. 11).

## 5. Conclusión

En conclusión, los resultados de estos tres años de experimentación en campo demuestran una verdadera solución a los problemas de inestabilidad de la eficacia del trapeo (Dufour et al. 2000, 2004). Para poder contemplar la divulgación del control asociando trapeo y repela, será necesario evaluar su costo, lo cual podría ser un poco más elevado que el trapeo solo, si se asocia adecuadamente con las actividades agronómicas. Sin embargo, una cuestión quedará todavía pendiente: ¿Cómo minimizar el problema de las infestaciones de los frutos prematuros que escapan al control de las trampas y que no depende de la repela?

## 6. Literatura citada

- Barrera, J.F., P.S. Baker, A. Schwarz & J.E. Valenzuela. 1990. Introducción de dos especies de parasitoides africanos a México para el control biológico de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). Folia Entomol. Mex. 79: 245-247.
- Decazy, B. 1990. Le scolyte des fruits du caféier, *Hypothenemus hampei* Ferr.: considérations sur la lutte intégrée contre ce ravageur, 655-665. En: actas XII Coloquio Científico Internacional en café, ASIC 1989, Paipa, Colombia.
- Dufour, B.P. 2004. Condiciones de uso de las trampas en el control de la broca del café, p. 7. En: Workshop Internacional sobre el Manejo de la Broca del Café, Londrina, Paraná, Brasil.
- Dufour, B.P. 2005. Elaboración de un método estándar para la evaluación del trapeo de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.). En: Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico de la Caficultura en Centroamérica, Panamá, República Dominicana y Jamaica (XXI Simposio Latinoamericano de Caficultura, 14-15 julio de 2005, IICA/PROMECAFE, San Salvador, El Salvador, CD-rom).
- Dufour, B., J.F. Barrera & B. Decazy. 1999. La broca de los frutos del café: ¿la lucha biológica como solución?, p. 293-325. En: B. Bertrand & B. Rapidel (eds.), Desafíos de la caficultura en Centroamérica. San José, Costa Rica. CIRAD, IICA.
- Dufour, B.P., M.O. González & B. Frérot. 2000. Piégeage de masse du scolyte du café *Hypothenemus hampei* Ferr. (Col., Scolytidae) en conditions réelles: premiers résultats, p. 480-491. En: XVII Coloquio Internacional en Ciencia del café, ASIC 1999, Helsinki, Finlandia.
- Dufour, B.P., M.O. González, J.J. Mauricio, B.A. Chávez & R. Ramírez Amador. 2004. Validation of coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferr.) trapping with the BROCAP® trap. Poster. En: XX International

- Conference on Coffee Science, ASIC 2004, Bangalore, India, CD-rom.
- Dufour, B.P., C. Picasso & M.O. González. 2002. Contribution au développement d'un piège pour capturer le scolyte du café *Hypothenemus hampei* Ferr. en El Salvador. En: XIX Coloquio Internacional en Ciencia del Café, ASIC 2001, Trieste, Italia, CD-rom.
- Gutiérrez-Martínez, A., S. Hernández Rivas & A. Virgen Sánchez. 1995. Trampeo en campo de la broca del fruto de café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) con los semioquímicos volátiles del fruto de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner), 2, 7 p. En: XVI Simposio de Caficultura Latinoamericana, Managua, Nicaragua, oct. 1993, ed. IICA/PROMECAFE, Tegucigalpa, Honduras.
- Mathieu, F., L.O. Brun, C. Marcillaud & B. Frérot. 1997. Trapping of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* Ferr. (Col., Scolytidae) within a mesh-enclosed environment: interaction of olfactory and visual stimuli. J. Appl. Ent., 121: 181- 186.
- Mendoza Mora, J.R. 1991. Resposta da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, a estímulos visuais e semioquímicos. Tesis. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 44 p.
- Moore, D. & C. Prior. 1988. Present status of biological control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*. In: Proceedings of the Brighton Crop Prot. Conf. - Pests and diseases 9: 1119-1124.